

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-195362

(43)Date of publication of application : 09.07.2003

(51)Int.Cl.

G02F 1/167

(21)Application number : 2001-392433

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 25.12.2001

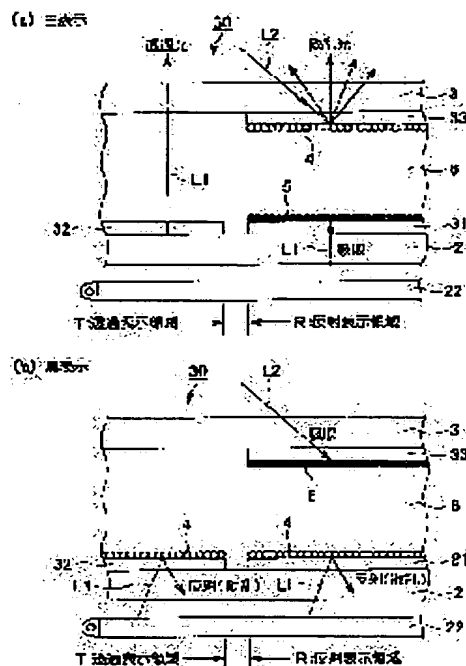
(72)Inventor : YASUKAWA MASAHIRO

(54) ELECTROPHORETIC DISPLAY DEVICE AND ELECTRONIC EQUIPMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electrophoretic display device which can secure excellent visibility irrelevantly to the lightness in use environment.

SOLUTION: The electrophoretic display device 1 has an electronic ink layer 6 containing many white electrified particles 4 and many black electrified particles 5 between an upper substrate 3 and a lower substrate 2 and also has a transmission display area T and reflection display area R in one pixel constituting a display pattern. In the transmission display area T, white display and black display are switched according to whether white electrified particles 4 and black electrified particles 5 are present or not and in the reflection display area R, white display and black display are switched by attracting the white electrified particles 4 or black electrified particles 5 to the upper substrate 3.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.12.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-195362

(P2003-195362A)

(43) 公開日 平成15年7月9日 (2003.7.9)

(51) IntCl⁷

G 0 2 F 1/167

識別記号

F I

G 0 2 F 1/167

データベース(参考)

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-392433(P2001-392433)

(22) 出願日 平成13年12月25日 (2001.12.25)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 安川 昌宏

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100089037

弁理士 渡邊 隆 (外2名)

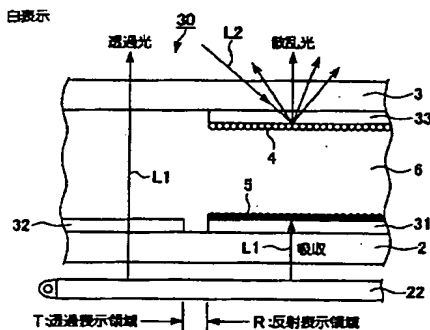
(54) 【発明の名称】 電気泳動表示装置および電子機器

(57) 【要約】

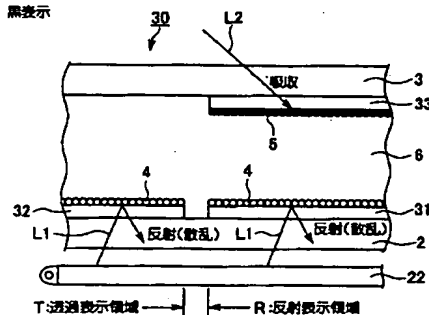
【課題】 使用環境の明るさによらずに良好な視認性を確保し得る電気泳動表示装置を提供する。

【解決手段】 本発明の電気泳動表示装置1は、上基板3と下基板2との間に多数の白色帯電粒子4と多数の黒色帯電粒子5とを含有した電子インク層6が挟持され、表示パターンを構成する一つの画素内に透過表示領域Tと反射表示領域Rとを有している。透過表示領域Tにおいては白色帯電粒子4および黒色帯電粒子5の有無によって白表示と黒表示とを切り換えるとともに、反射表示領域Rにおいては白色帯電粒子4、黒色帯電粒子5のいずれを上基板3に吸着させるかによって白表示と黒表示とを切り換えるようになっている。

(a) 白表示



(b) 黒表示



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ともに透光性を有する第1の基板と第2の基板との間に、第1の極性に帯電した第1の色の複数の第1の帯電粒子を含有した透光性を有する液体が挟持されるとともに、前記第1の基板の外側面に照明手段が設けられ、表示パターンを構成する一つの単位領域内に透過表示領域と反射表示領域とを有し、前記透過表示領域において、前記第1の帯電粒子が該透過表示領域から排除されることにより前記第1の基板側から前記第2の基板側に前記照明手段からの照明光が透過し、該照明光の色が視認可能とされるとともに、前記反射表示領域において、前記第1の帯電粒子が前記第2の基板に吸着されることにより、前記第1の帯電粒子の第1の色が視認可能とされたことを特徴とする電気泳動表示装置。

【請求項2】 前記液体が、前記第1の帯電粒子に加えて、前記第1の極性とは逆極性の第2の極性に帯電した前記第1の色とは異なる第2の色の複数の第2の帯電粒子を含有し、

前記透過表示領域において、前記第1の帯電粒子、前記第2の帯電粒子の少なくともいずれか一方が該透過表示領域内に存在することにより前記照明光の吸収もしくは反射が生じて前記第1の基板側から前記第2の基板側への前記照明光の透過が遮断されるとともに、前記反射表示領域において、前記第2の帯電粒子が前記第2の基板に吸着されることにより、前記第2の帯電粒子の第2の色が視認可能とされたことを特徴とする請求項1に記載の電気泳動表示装置。

【請求項3】 前記反射表示領域においては、前記第1の基板と前記第2の基板との間に逆方向の電界が切替可能に印加される構成とされ、前記透過表示領域においては、前記第1の基板、前記第2の基板のいずれか一方に前記第1の基板の電圧と前記第2の基板の電圧との間の中間電位が印加される構成とされたことを特徴とする請求項2に記載の電気泳動表示装置。

【請求項4】 前記反射表示領域においては前記第1の基板、前記第2の基板の各々に透明導電膜からなる電極が設けられ、前記透過表示領域においては前記第1の基板、前記第2の基板のいずれか一方に透明導電膜からなる電極が設けられたことを特徴とする請求項3に記載の電気泳動表示装置。

【請求項5】 ともに透光性を有する第1の基板と第2の基板との間に、第1の極性に帯電した第1の色の複数の第1の帯電粒子と、前記第1の極性とは逆極性の第2の極性に帯電した前記第1の色とは異なる第2の色の複数の第2の帯電粒子とを含有した透光性を有する液体が挟持されるとともに、前記第1の基板の外側面に照明手段が設けられ、

表示パターンを構成する一つの単位領域内に透過表示領域と反射表示領域とを有し、前記透過表示領域においては前記第1の帯電粒子および前記第2の帯電粒子の有無

によって前記照明手段からの照明光の透過と遮断とを切り換えるとともに、前記反射表示領域においては前記第1の帯電粒子、前記第2の帯電粒子のいずれを前記第2の基板に吸着させるかによって前記第1の色を視認させるか前記第2の色を視認させるかを切り換えることを特徴とする電気泳動表示装置。

【請求項6】 前記第1の色が白色であり、前記第2の色が黒色であることを特徴とする請求項1ないし5のいずれか一項に記載の電気泳動表示装置。

【請求項7】 請求項1ないし6のいずれか一項に記載の電気泳動表示装置を備えたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気泳動表示装置および電子機器に関し、特に使用環境によらずに良好な視認性を有する電気泳動現象を利用した表示装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】液体中に分散した帯電粒子が電界印加により泳動する現象、電気泳動現象は従来から良く知られている。この電気泳動現象の応用として、染料で着色した液体中に帯電した顔料微粒子を分散させ、これを一對の電極間に挟持させて電界を印加すると、帯電粒子がどちらか一方の電極に引き付けられることが知られており、これで表示装置を実現しようとする試みがなされてきた。より具体的には、帯電粒子と液体は互いに異なる色を有しており、例えば白色の帯電粒子を黒色の染料を含有させた液体中に分散させておく。また、少なくとも使用者が視認する側の電極は透明電極としておく。そして、電界印加により使用者が視認する側の電極に白色帯電粒子を引き付けると、使用者側から入射する外光が白色粒子からなる層で反射（散乱）するため、白色を呈し、使用者から遠い側の電極に白色帯電粒子を引き付けると、入射光が黒色染料を含有する液体層で吸収されるため、黒色を呈する。このような帯電粒子の動きを画素毎に制御することにより表示パターンを形成でき、情報を表示することが可能となる。

【0003】しかしながら、上記の電気泳動表示装置は、長時間の使用により白色粒子の周囲に液体中の黒色染料が付着するようになり、次第にコントラストが低下するという点で信頼性に劣るものであった。また、駆動電圧を低減するために電極間のギャップを狭くすると液体中で入射光を吸収しきれない場合もあり、そのためにコントラストが低下するという問題も抱えていた。そこで、これらの問題を解決するために、正、負いずれかの異なる極性を持ち、色も異なる2種類の帯電粒子、例えば負の表面電荷を持つ白色粒子と正の表面電荷を持つ黒色粒子の2色の帯電粒子を液体中に分散させ、これらの帯電粒子を電界により逆方向に移動させる方式の電気泳

動表示装置が提案されている。この電気泳動表示装置において、一方向の電界により視認側の電極に白色の帯電粒子が引き付けられた場合には上記と同様の作用により白色を呈し、逆方向の電界により視認側の電極に黒色の帯電粒子が引き付けられた場合には入射光が黒色粒子からなる層で吸収されるため、黒色を呈する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】この種の電気泳動表示装置は、一般に、白色粒子による光の散乱を利用することで紙のように白い（ペーパーホワイト）表示が実現できる、視野角が広い、低消費電力化や低コスト化が図れる、等の利点を有している。しかしながら、電気泳動表示装置は基本的に使用者側から入射する外光を利用した表示、いわゆる反射型の表示を行うものであって、透過型の表示を行うものは未だかつて提案されていなかった。つまり、電気泳動表示装置は暗い場所では視認できないという根本的な問題を抱えていた。

【0005】例えば液晶表示装置の分野においては、明るい屋外などで使用する際には太陽光等の外光を利用した反射型の表示を行う一方、暗い場所で使用する際には液晶セルの背面に備えたバックライトからの照明光を用いて透過型の表示を行う、いわゆる「半透過反射型」と呼ばれる液晶表示装置が既に実用化されている。半透過反射型液晶表示装置は、使用環境の明るさによらず、常に良好な視認性を確保できるとともに、明るい場所ではバックライトを消灯することで消費電力を節約できるというメリットを持っているため、近年、各種の携帯用電子機器等に好適に用いられている。なお、本明細書では、反射表示モードと透過表示モードを兼ね備えた表示装置のことを「半透過反射型」と呼ぶ。

【0006】これに対して、電気泳動表示装置も、電子ディスプレイと紙の長所を合わせ持つ電子ペーパーの一形態として、近い将来、携帯用電子機器等への応用が期待されている。しかしながら、携帯用電子機器に搭載する以上、様々な使用環境において良好な視認性が得られるというのは極めて重要な機能となる。このような背景の下、電気泳動表示装置においても、反射表示モードと透過表示モードの双方を兼ね備えた装置の提供が望まれている。

【0007】本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、使用環境の明るさによらずに良好な視認性を確保し得る電気泳動表示装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の電気泳動表示装置は、ともに透光性を有する第1の基板と第2の基板との間に、第1の極性に帯電した第1の色の複数の第1の帯電粒子を含有した透光性を有する液体が挟持されるとともに、前記第1の基板の外表面側に照明手段が設けられ、表示パターンを構成す

る一つの単位領域内に透過表示領域と反射表示領域とを有し、前記透過表示領域において、前記第1の帯電粒子が該透過表示領域から排除されることにより前記第1の基板側から前記第2の基板側に前記照明手段からの照明光が透過し、該照明光の色が視認可能とされるとともに、前記反射表示領域において、前記第1の帯電粒子が前記第2の基板に吸着されることにより、前記第1の帯電粒子の第1の色が視認可能とされたことを特徴とする。

【0009】さらに、前記液体が、前記第1の帯電粒子に加えて、前記第1の極性とは逆極性の第2の極性に帯電した前記第1の色とは異なる第2の色の複数の第2の帯電粒子を含有し、前記透過表示領域において、前記第1の帯電粒子、前記第2の帯電粒子の少なくともいずれか一方が該透過表示領域内に存在することにより前記照明光の吸収もしくは反射が生じて前記第1の基板側から前記第2の基板側への前記照明光の透過が遮断されるとともに、前記反射表示領域において、前記第2の帯電粒子が前記第2の基板に吸着されることにより、前記第2の帯電粒子の第2の色が視認可能とされた構成とすることが望ましい。

【0010】本発明者は、例えばセグメント型表示装置で言えば一つのセグメント、マトリクス型表示装置で言えば一つの画素に相当する、表示パターンを構成する「一つの単位領域」内に透過表示領域と反射表示領域の双方を設け、これら透過表示領域、反射表示領域で電界印加状態を変えて帯電粒子の動きを各表示領域毎に制御することによって透過表示と反射表示の双方が可能な電気泳動表示装置を実現できることを見い出した。

【0011】すなわち、本発明の電気泳動表示装置の表示原理は以下の通りである。一つの単位領域で任意の色（例えば白）の表示を行う場合、透過表示領域において、第1の帯電粒子がこの領域から排除されるように電界の状態を制御し、第1の基板側から第2の基板側に照明手段からの照明光（例えば白色光）が透過するようにすると、使用者が第2の基板側から装置を見れば、透過表示モードにおける照明光の色による表示を視認することができる。この時、反射表示領域においては、第1の帯電粒子が第2の基板側に吸着されるように電界の状態を制御すると、第2の基板側にある使用者の目は第1の帯電粒子の色を見ることになるので、第1の帯電粒子の色を例えば白にしておけば、白表示を視認することができる。このようにして、表示を行うことができる。

【0012】この時、同じ白と言っても、厳密には照明光の白と帯電粒子の白とは異なるため、外光の有無、照明手段の点灯、非点灯などの条件に応じて表示色は若干異なる。逆に、照明光の色と粒子の色の違いを積極的に利用することも考えられ、例えば半透過反射型の電気泳動表示装置を将来反射モードを中心に使用することを考えた時、反射表示領域における表示色の調整に照明光の

色を用いることも考えられる。

【0013】次に、表面電荷の極性と色の双方が互いに異なる2色の帯電粒子を液体中に分散させた電気泳動表示装置を前提として考えると、もう一方の色表示が可能になる。すなわち、一つの単位領域で前の説明とは異なる色（例えば黒）の表示を行う場合、透過表示領域において、第1の帯電粒子、第2の帯電粒子の少なくとも一方がこの領域内に存在するように電界を制御し、これら帯電粒子のいずれか一方によって照明光が吸収されるか、もしくは照明光が再度第1の基板側に反射されるかによって第1の基板から第2の基板への照明光（例えば白色光）の透過が遮断されるようにすると、使用者にとっては照明光の色は視認できず、透過モードとして見れば黒と感ずることになる。この時、反射表示領域において、第2の帯電粒子が第2の基板側に吸着されるように電界の状態を制御すると、使用者の目は第2の帯電粒子の色を見ることになるので、第2の帯電粒子の色を例えば黒にしておけば、黒表示を視認することができる。

【0014】このようにして、本発明の電気泳動表示装置によれば、表示パターンを構成する一つの単位領域内において反射表示モードと透過表示モードの双方で同一の色表示を視認することができるので、いわゆる半透過反射型の表示装置として機能することができ、使用環境の明るさによらずに良好な視認性を有する電気泳動表示装置を実現することができる。

【0015】本発明の電気泳動表示装置における各表示領域の電界印加方式として、例えば反射表示領域においては、前記反射表示領域においては、第1の基板と第2の基板との間に逆方向の電界が切換可能に印加される構成とされ、透過表示領域においては、第1の基板、第2の基板のいずれか一方に第1の基板の電圧と第2の基板の電圧との間の中間電位が印加される構成とすることが望ましい。

【0016】上記の構成によれば、反射表示領域に着目すると、例えば第2の基板に第2の極性の電圧が印加された状態では第1の極性の電荷を持つ第1の帯電粒子が第2の基板側に引き付けられるので、第1の色が視認され、第2の基板に第1の極性の電圧が印加された状態では第2の極性の電荷を持つ第2の帯電粒子が第2の基板側に引き付けられるので、第2の色が視認される。また、透過表示領域に着目すると、例えば第2の基板に第1の極性の電圧と第2の極性の電圧の中間電位が印加された状態では、反射表示領域側の電圧印加状態によって各帯電粒子は全て反射表示領域側のいずれかの基板に引き付けられ、透過表示領域からは排除されるか、もしくは、第1の基板または第2の基板に第1、第2の帯電粒子のいずれか一方が引き付けられるか、もしくはの状態となる。したがって、前者の状態では照明光の色が視認でき、後者の状態では照明光の吸収もしくは反射が生じ、照明光が遮断される。このような電界印加方式を採

用することにより、上記の表示原理による本発明の電気泳動表示装置を実現することができる。

【0017】具体的な電極構成としては、反射表示領域においては第1の基板、第2の基板の各々に透明導電膜からなる電極を設け、透過表示領域においては第1の基板、第2の基板のいずれか一方に透明導電膜からなる電極を設けることが望ましい。この構成によれば、最も簡単な電極構成により上記のような電界の印加方法を実現することができる。

【0018】上述の本発明の電気泳動表示装置を別の表現を用いて表すと、ともに透光性を有する第1の基板と第2の基板との間に、第1の極性に帯電した第1の色の複数の第1の帯電粒子と、前記第1の極性とは逆極性の第2の極性に帯電した前記第1の色とは異なる第2の色の複数の第2の帯電粒子とを含有した透光性を有する液体が挟持されるとともに、第1の基板の外表面側に照明手段が設けられ、表示パターンを構成する一つの単位領域内に透過表示領域と反射表示領域とを有し、透過表示領域においては第1の帯電粒子および第2の帯電粒子の有無によって照明光の透過と遮断とを切り換えるとともに、反射表示領域においては第1の帯電粒子、第2の帯電粒子のいずれを第2の基板に吸着させるかによって第1の色を視認させるか第2の色を視認させるかを切り換えることを特徴とする。

【0019】すなわち、本発明の電気泳動表示装置は、透過表示領域では帯電粒子が存在しない状態として透光性を有する液体中を照明光を透過させるか、帯電粒子が存在する状態として照明光を遮断するかによって表示色を切り換え、反射表示領域では2色の帯電粒子を用いた従来の電気泳動表示装置の表示原理によって表示色を切り換えるものである、とすることができる。

【0020】前記第1、第2の帯電粒子の色として用いる第1の色、第2の色は、帯電粒子を着色し得る限りにおいて任意の色を選択することができるが、第1の色として白色、第2の色として黒色を用いるのが最も簡単である。この構成であれば、照明手段として白色光を出射する冷陰極管、LED等の通常の光源を備えた照明装置を用いることができるとともに、帯電粒子の着色も問題なく行うことができ、白黒表示を容易に実現することができる。

【0021】その他、例えば第1の色として赤、第2の色として黒を用いても、照明光の色に赤色を用いれば、上記本発明の表示原理と同様に2色の色表示が可能である。ただし、第1の色として白、第2の色として赤というように、第2の色に黒以外の色を用いた場合、反射表示領域（反射モード）では赤色の表示が視認できるが、透過表示領域（透過モード）では照明光を遮断するのみであるため、赤色の表示を実現することができず、使用者には黒表示と感ずられてしまう。この場合、反射モードと透過モードの色のバランスは著しくくずれるが、表

示は一応可能である。

【0022】本発明の電子機器は、上記本発明の電気泳動表示装置を備えたことを特徴とする。本発明によれば、使用環境によらずに良好な視認性を有する表示部を備えた電子機器を実現することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】〔第1の実施の形態〕以下、本発明の第1の実施の形態を図1、図2を参照して説明する。本実施の形態の電気泳動表示装置は、スイッチング素子として薄膜トランジスタ（Thin Film Transistor, 以下、TFTと略記する）を用いたアクティブマトリクス方式の電気泳動表示装置の例である。図1は本実施の形態の電気泳動表示装置を構成する上基板を示す平面図、図2は図1のA-A'線に沿う断面図であるとともに、本実施の形態の電気泳動表示装置の表示原理を説明するための図である。

【0024】本実施の形態の電気泳動表示装置1は、図2に示すように、ガラス等の透光性を有する基材からなる下基板2（第1の基板）と上基板3（第2の基板）との間に、負（第1の極性）に帯電した白色（第1の色）の多数の帯電粒子4（第1の帯電粒子）と、正（第2の極性）に帯電した黒色（第2の色）の多数の帯電粒子5（第2の帯電粒子）とを分散させた透光性を有する液体層6が挟持されている。例えば、帯電粒子にはその核として TiO_2 が用いられ、その周囲に白色、黒色にそれぞれ着色されたポリエチレン等の被覆層が形成されている。また、帯電粒子を分散させる分散媒としては、例えば四塩化エチレンとイソパラフィンの混合液が用いられる。この帯電粒子4、5を含む液体層6のことを以下、電子インク層と呼ぶ。

【0025】上基板3の構成は、図1に示すように、複数のデータ線8と複数の走査線9が格子状に配置され、隣接するデータ線8と隣接する走査線9とに囲まれた領域が、文字や絵柄等の表示パターンを構成する一つの画素10（単位領域）となる。一つの画素10内に略矩形状の第1の電極11が形成されており、第1の電極11の内部には矩形状の開口部11aが設けられ、開口部11aの内部に第2の電極12が形成されている。図1における画素10の右下に、データ線8と走査線9に電気的に接続されたTFT15が形成されており、このTFT15が第1の電極11に印加する電圧を制御している。同様に、図1における画素10の左下にもTFT16が形成されており、このTFT16が第2の電極12に印加する電圧を制御している。この構成により、第1の電極11と第2の電極12は電気的に独立して駆動可能となっている。

【0026】下基板2の上面には、複数の画素10にわたって第3の電極13が形成されており、第1の電極11と平面的に重なっている。よって、第3の電極13にも第1の電極11と同様の開口部13aが設けられてい

るが、上基板3側と異なり、開口部13aの内部に電極は形成されていない。すなわち、下基板2はTFTを有しておらず、第3の電極13には常に固定電位が印加されている。

【0027】上記の構成要素のうち、データ線8、走査線9、TFT15、16等は透光性を有しない金属膜、シリコン膜等により形成してもよいが、第1～第3の電極11、12、13については例えばITO（Indium Tin Oxide）等の透明導電膜で形成する必要がある。

【0028】すなわち、断面構造を見ると、図2に示すように、上基板3側の第1の電極11と下基板2側の第3の電極13が電子インク層6を介して対峙しており、上基板3側の第2の電極12は他の電極と対峙していない。本実施の形態の場合、一つの画素10内において、上基板3側の第1の電極11と下基板2側の第3の電極13が対峙した領域が反射表示領域Rとなり、第2の電極12のみが存在する領域が透過表示領域Tとなる。図1に示すように、一つの画素10内での透過表示領域Tの面積は反射表示領域Rの面積に比べて充分に小さく形成されている。また、透過表示領域Tの寸法（短い側の辺）は、上下基板2、3間のギャップ（電子インク層6の層厚）に対して小さい方が望ましく、例えば上下基板2、3間のギャップを $50\mu m$ とした場合、透過表示領域Tの幅（図1における第2の電極12の横方向寸法）を $10\mu m$ 程度とすることが望ましい。その理由については後述する。

【0029】さらに、下基板2の外側側面には、白色光を射出する冷陰極管、LED等の通常の光源を有するバックライト22（照明手段）が備えられている。

【0030】上記構成の本実施の形態の電気泳動表示装置1の表示原理について図2（a）、（b）を用いて説明する。ここで、使用者は上基板3の上側から表示を見るものとする。

【0031】まず最初に、上基板3側の第1の電極11に所定の電圧（以下、 V_1 と記す）を印加し、下基板2側の第3の電極13に所定の電圧（以下、 V_2 と記す）を印加するとともに、上基板3側の第2の電極12には V_1 と V_2 の中間電位を印加する。この時、 V_1 と V_2 との関係から、電界の向きが第1の電極11から第3の電極13に向かう方向になったとする。各電極11、12、13に対してこのように電圧を印加すると、図2（a）に示すように、上基板3側の第1の電極11に白色帯電粒子4が引き付けられ、下基板2側の第3の電極13に黒色帯電粒子5が引き付けられる一方、上基板3側の第2の電極12にはどちらの帯電粒子も引き付けられない状態となる。

【0032】したがって、透過表示領域Tにおいては、どちらの帯電粒子も存在しないため、バックライト22から出射した白色光L1は吸収されることも散乱されることもなく、そのまま電子インク層6、第2の電極1

2、上基板3を透過して使用者の目に到達する。また、反射表示領域Rにおいては、バックライト22から出射した白色光L1は第3の電極13上の多数の黒色帯電粒子5によって吸収される一方、上基板3の上側から入射する太陽光、照明光等の外光L2が第1の電極11上の多数の白色帯電粒子4によって散乱され、使用者の目に到達する。これらの作用により、上記のような電圧印加状態では透過表示領域T、反射表示領域Rともに「白表示」状態となる。

【0033】次に、上基板3側の第1の電極11と下基板2側の第3の電極13の間で電界の向きを反転させる、すなわち第1の電極11に上と異なる電圧（以下、V3と記す）を印加し、第3の電極13はV2のまま固定しておく。この時、V3とV2との関係から、電界の向きが第3の電極13から第1の電極11に向かう方向になったとする。そして、上基板3側の第2の電極12には同じ基板上の第1の電極11と同じ電位V3を印加する。各電極11、12、13に対してこのように電圧を印加すると、図2（b）に示すように、上基板3側の第1の電極11および第2の電極12に黒色帯電粒子5が引き付けられ、下基板2側の第3の電極13に白色帯電粒子4が引き付けられた状態となる。

【0034】したがって、透過表示領域Tにおいては、バックライト22から出射した白色光L1が第2の電極12上の多数の黒色帯電粒子5によって吸収されてしまうので、使用者の目には到達しない。また、反射表示領域Rにおいては、バックライト22から出射した白色光L1は第3の電極13上の多数の白色帯電粒子4によって反射（散乱）されて再度下基板2の外側側面に戻る一方、上基板3の上側から入射する外光L2は第1の電極11上の多数の黒色帯電粒子5によって吸収されることになり、いずれの光も使用者の目には到達しない。これらの作用により、上記のような電圧印加状態では透過表示領域T、反射表示領域Rともに「黒表示」状態となる。

【0035】なお、図2（a）に示す「白表示」状態から図2（b）に示す「黒表示」状態に表示色を切り替える際には、「白表示」状態で反射表示領域R内に引き付けられていた黒色帯電粒子5が透過表示領域T内（第2の電極12側）にまで拡散するように拡散させる必要がある。この場合、透過表示領域Tの面積があまりにも広いと、黒色帯電粒子5が透過表示領域T内の全面に行き渡らないことが考えられ、その場合、コントラストが低下してしまう。このような理由から、透過表示領域Tの寸法はある程度小さいことが望ましい。

【0036】以上のように、本実施の形態の電気泳動表示装置1によれば、表示パターンを構成する一つの画素10内において反射表示モードと透過表示モードの双方で同一の色表示を視認することができるので、いわゆる半透過反射型の表示装置として機能することができる。

したがって、暗い場所ではバックライト22を点灯して主に透過表示モードにより、明るい場所ではバックライト22を消灯して外光による反射表示モードにより表示を視認することができ、使用環境の明るさによらずに良好な視認性を有する電気泳動表示装置を実現することができる。

【0037】[第2の実施の形態] 以下、本発明の第2の実施の形態を図3を参照して説明する。図3は第1の実施の形態の図2に相当する断面図であるとともに、本実施の形態の電気泳動表示装置の表示原理を説明するための図である。また、本実施の形態の電気泳動表示装置の基本構成は第1の実施の形態と同様であって、異なる点は透過表示領域の電極の位置のみである。したがって、図3において図2と共通の構成要素には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0038】第1の実施の形態の場合、透過表示領域では上基板側に電極を設けたのに対し、本実施の形態の場合、透過表示領域では下基板側に電極を設けている。すなわち、本実施の形態の電気泳動表示装置30は、図3（a）、（b）に示すように、下基板2側の反射表示領域Rに第1の電極31、透過表示領域Tに第2の電極32がそれぞれ設けられるとともに、上基板3側の反射表示領域Tに第3の電極33が設けられている。したがって、本実施の形態においては、第1の実施の形態とは逆に、図1に示したパターンが下基板2と考えればよい。その他の構成は第1の実施の形態と全く同様である。

【0039】上記構成の本実施の形態の電気泳動表示装置30の表示原理について図3（a）、（b）を用いて説明する。ただし、図から明らかなように、反射表示領域Tにおける各帯電粒子の動きと作用は図2（a）、（b）に示す第1の実施の形態と全く変わらないため、透過表示領域Tについてのみ説明する。

【0040】まず最初に、下基板2側の第1の電極31にV1を印加し、上基板3側の第3の電極33にV2を印加するとともに、下基板2側の第2の電極12にはV1とV2の中間電位を印加すると、図3（a）に示すように、下基板2側の第2の電極32にはどちらの帯電粒子も引き付けられない状態となる。したがって、透過表示領域Tにおいては、バックライト22からの白色光L1は吸収も散乱もされずに第2の電極32、電子インク層6、上基板3を順次透過して使用者の目に到達する。これにより、上記のような電圧印加状態では透過表示領域T、反射表示領域Rともに「白表示」状態となる。

【0041】次に、下基板2側の第1の電極31にV3を印加し、上基板3側の第3の電極33はV2のままに電位を固定しておくとともに、下基板2側の第2の電極32には第1の電極31と同じV3を印加する。各電極31、32、33に対してこのように電圧を印加すると、図3（b）に示すように、下基板2側の第2の電極32には第1の電極31とともに白色帯電粒子4が引き

付けられた状態となる。したがって、透過表示領域Tにおいては、バックライト22から出射した白色光L1が第2の電極32上の多数の白色帯電粒子4によって反射（散乱）されて再度下基板2の外側側に戻ることにになり、使用者の目には到達しない。これにより、上記のような電圧印加状態では透過表示領域T、反射表示領域Rともに「黒表示」状態となる。

【0042】以上のように、本実施の形態の電気泳動表示装置30においても、表示パターンを構成する一つの画素10内において反射表示モードと透過表示モードの双方で同一の色表示を視認することができ、半透過反射型の表示装置として機能することができるため、使用環境の明るさによらずに良好な視認性を有する電気泳動表示装置を実現できる、といった第1の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0043】【電子機器】次に、本発明の上記実施の形態の電気泳動表示装置を備えた電子機器の具体例について説明する。図4は、携帯電話の一例を示した斜視図である。図4において、符号1000は携帯電話本体を示し、符号1001は上記の電気泳動表示装置を用いた表示部を示している。

【0044】図5は、腕時計型電子機器の一例を示した斜視図である。図5において、符号1100は時計本体を示し、符号1101は上記の電気泳動表示装置を用いた表示部を示している。

【0045】図6は、ワープロ、パソコンなどの携帯型情報処理装置の一例を示した斜視図である。図6において、符号1200は情報処理装置、符号1202はキーボードなどの入力部、符号1204は情報処理装置本体、符号1206は上記の電気泳動表示装置を用いた表示部を示している。

【0046】図4～図6に示す電子機器は、上記実施の形態の電気泳動表示装置を用いた表示部を備えているので、使用環境によらずに良好な視認性を有する電子機器を実現することができる。

【0047】なお、本発明の技術範囲は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。例えば上記実施の形態では透過表示領域において上基板、下基板のいずれか一方にのみ電極を設けた例を示したが、双方の基板に電極を設けたとしても、上記実施の形態と同様、双方の電極を中間電位とすれば白表示となり、双方の電極を各基板上の反射表示領域の電極と同電位とすれば黒表示となり、表示色の切り替えが可能である。また、本発明において、透過表示領域における白表示を実現する場合、いずれの帯電粒子も存在しないようにすると述べたが、多少のコントラストの低下を許容す

れば、わずかに帯電粒子が存在していてもよい。もしくは、帯電粒子をわずかに存在させることで光を散乱させてもよい。

【0048】さらに上記実施の形態では、スイッチング素子にTFTを用いたアクティブマトリクス型装置に本発明を適用した例を示したが、スイッチング素子に薄膜ダイオード（Thin Film Diode, TFD）を用いたアクティブマトリクス型装置、もしくはパッシブマトリクス型装置に本発明を適用することも可能である。その他、上記実施の形態で述べた帯電粒子の色、バックライトの照明光の色については、【課題を解決するための手段】の項に述べたように他の組み合わせが可能である。また、各構成要素の材料、寸法、形状等の具体的な記載については適宜変更が可能である。

【0049】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、半透過反射型の表示装置として機能することができ、使用環境の明るさによらずに良好な視認性を有する電気泳動表示装置を実現できるため、例えば携帯用電子機器等への応用に好適なものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施の形態の電気泳動表示装置を構成する上基板を示す平面図である。

【図2】 図1のA-A'線に沿う断面図であって、本実施の形態の電気泳動表示装置の表示原理を説明するための図である。

【図3】 本発明の第2の実施の形態の電気泳動表示装置を示す断面図であって、本実施の形態の電気泳動表示装置の表示原理を説明するための図である。

【図4】 本発明に係る電子機器の一例を示す斜視図である。

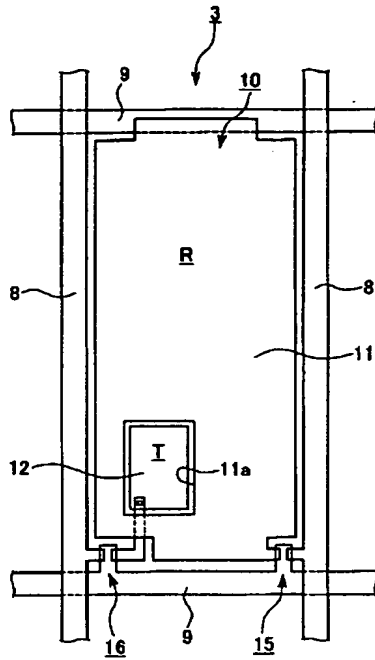
【図5】 本発明に係る電子機器の他の例を示す斜視図である。

【図6】 本発明に係る電子機器のさらに他の例を示す斜視図である。

【符号の説明】

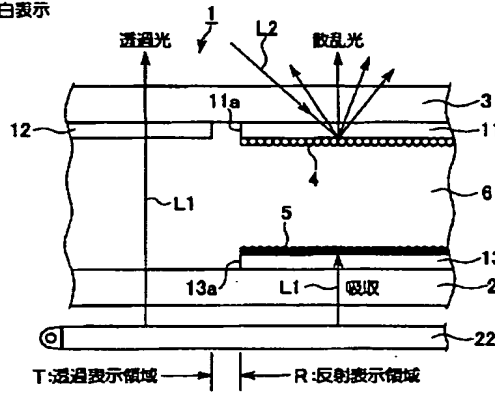
- 1, 30 電気泳動表示装置
- 2 下基板（第1の基板）
- 3 上基板（第2の基板）
- 4 白色帯電粒子（第1の帯電粒子）
- 5 黒色帯電粒子（第2の帯電粒子）
- 6 電子インク層
- 10 画素（単位領域）
- 11, 31 第1の電極
- 12, 32 第2の電極
- 13, 33 第3の電極
- 22 バックライト（照明手段）

【図1】

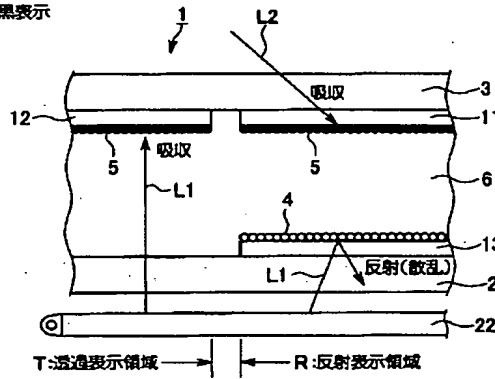


【図2】

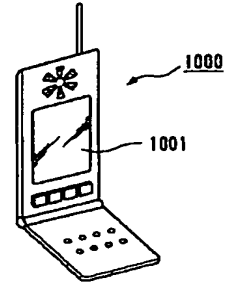
(a) 白表示



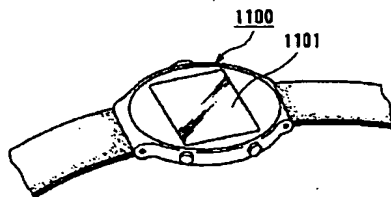
(b) 黒表示



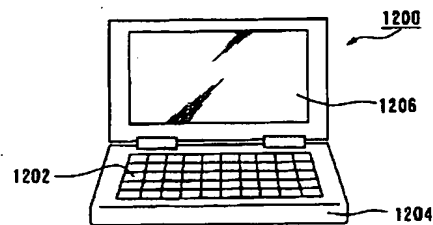
【図4】



【図5】

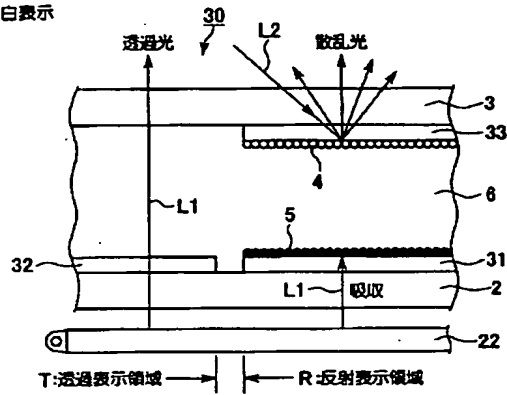


【図6】



【図3】

(a) 白表示



(b) 黒表示

